

# UTILISATION DU DIAGNOSTIC FOLIAIRE

**Dr. P. PREVOT**

AGRÉGÉ DE L'UNIVERSITÉ DE LIÈGE  
DIRECTEUR DES RECHERCHES  
AGRONOMIQUES DE L'I.R.H.O.

**M. OLLAGNIER**

INGÉNIEUR AGRONOME  
CHEF DU SERVICE EXPÉRIMENTATION  
"ARACHIDE" DE L'I.R.H.O.

Les travaux de l'I.R.H.O. poursuivent un but pratique : augmenter la production des oléagineux dans les territoires d'outre-mer. Les recherches portent principalement sur l'arachide, le palmier à huile, le cocotier et, accessoirement, le karité et le ricin. L'augmentation de la production est recherchée simultanément par l'amélioration du matériel végétal et de ses conditions de vie. La nutrition minérale de la plante constitue un des nombreux facteurs du milieu conditionnant la croissance et le rendement. C'est celui qui peut être le plus facilement modifié par l'homme et c'est pourquoi l'I.R.H.O. a, au départ, développé plus particulièrement les recherches sur les fumures minérales.

## I. PROBLÈME DES FUMURES MINÉRALES EN AFRIQUE

Le problème des fumures minérales en Afrique était particulièrement difficile à aborder. On ne disposait pas de la longue expérience accumulée progressivement dans les régions tempérées. Les problèmes posés par le sol et le climat étaient très différents de ceux de l'Europe. De plus, en Afrique, les recherches s'appliquent souvent à des plantes dont le rendement économique n'est pas élevé et il est certain qu'il était *a priori* plus difficile de trouver des fumures minérales rentables. A cela s'ajoutait le fait que le prix des engrais était considérablement augmenté par des frais de transport élevés. Enfin, il était nécessaire de tenter d'arriver rapidement à des résultats pratiques.

C'est pourquoi la direction de l'Institut a estimé indispensable de réaliser une expérimentation agronomique qui ne se contenterait pas d'observer des résultats expérimentaux, mais qui tenterait de les interpréter sur des bases scientifiques de manière à pouvoir les généraliser dans une certaine mesure. Pour le problème des fumures minérales, il est apparu au départ que le diagnostic foliaire pouvait constituer cette méthode interprétative.

## II. BASES PHYSIOLOGIQUES DU DIAGNOSTIC FOLIAIRE

Le diagnostic foliaire essaie dans un but d'application pratique d'inclure dans une équation rendement et teneur en éléments minéraux :

$$R = f (\% \text{ éléments minéraux}) (1)$$

Mais les deux termes dépendent de tant de facteurs intermédiaires que l'on pourrait douter de la possibilité de trouver une relation valable.

Le rendement d'un végétal est en effet contrôlé par l'action réciproque de facteurs internes et externes et la nutrition minérale de la plante n'est qu'un des multiples facteurs du rendement. Son importance par rapport aux autres facteurs dépendra des circonstances de temps et de lieu, comme l'ont montré par exemple les recherches de CLEMENTS (1952 [5]) sur la canne à sucre, recherches qui mettent en évidence l'importance primordiale de l'insolation.

Cependant, d'une manière générale le rendement est une fonction de la croissance :

$$R = f (c) (2)$$

Cette deuxième fonction sera de nature plus ou moins complexe selon le végétal. Pour le palmier à huile, la relation (2) est assez simple (chaque feuille porte une inflorescence ; il n'y a pas de ramification du stipe) ; elle est complexe chez l'arachide (PREVOT (1949 [10]) où toutes les ramifications portent des fleurs ; mais la formation de gynophores et la production de gousses « utiles » n'ont lieu presque uniquement que sur les nœuds de la base. Dans ce cas, il n'est pas surprenant de constater parfois une relation curvilinéaire entre croissance et rendement, aboutissant à ce que l'on appelle une « consommation de luxe ». La relation peut même parfois être négative.

*L'étude de la croissance et du développement de la plante est donc nécessaire pour interpréter correctement les expériences agronomiques et les résultats du diagnostic foliaire.* Les recherches de ROTHAMSTED (WATSON 1952 [17]), de LIÈGE (BOUILLENNE 1940 [1]), les études biométriques sur le tabac de SCHWARTZ (1949 [15]) sont également des exemples d'interprétation physiologique d'expériences agronomiques.

L'analyse des résultats du diagnostic foliaire doit aussi s'appuyer sur les études théoriques et notamment sur l'analyse des rapports entre concentration de la solution, accumulation des ions et croissance. A cet égard, la culture des tissus fournit une technique efficace (HELLER 1953 [7]).

La relation entre la concentration de la solution en un élément donné et la quantité absorbée et la relation entre concentration et croissance sont schématiquement de même type et aboutissent à une relation générale entre croissance et quantité absorbée (Fig. 1 d'après STEENBJERG 1954 [16]).

Mais la relation qui nous intéresse plus spécialement, pourcentages d'un élément dans les tissus-croissance, est plus complexe.

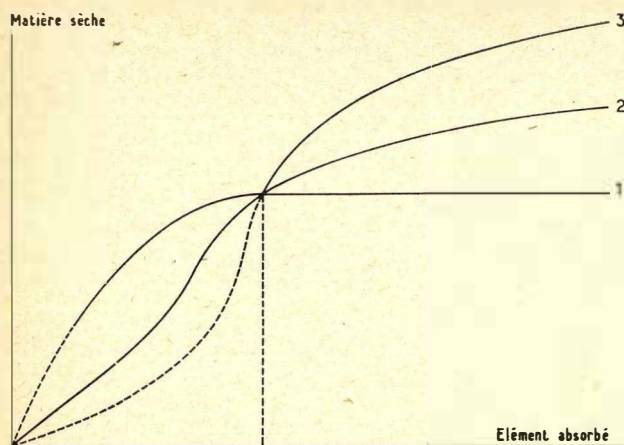


Fig. 1. — D'après Steenhjerg 1954.

En effet, dans le cas de *cellules* en voie de croissance, l'augmentation de la concentration de la solution en un élément déficient provoque, dans certaines limites, *simultanément* une augmentation de la quantité absorbée *et* de la croissance. L'effet sur le pourcentage en cet élément pourra être négatif, nul ou positif selon la valeur respective de l'augmentation de la vitesse de croissance et de la vitesse de l'absorption.

C'est pourquoi le diagnostic foliaire utilise des feuilles ayant terminé leur croissance et, comme l'absorption des ions est en rapport avec l'activité métabolique, des feuilles de même âge physiologique.

Cette simplification nécessaire ne résout pas cependant la difficulté. La feuille accumule les ions ; ceux-ci peuvent être exportés de la feuille vers les zones en voie de croissance rapide. C'est ainsi que les études de diagnostic foliaire montrent un appauvrissement en N, P et K avec l'âge de la feuille et un enrichissement en Ca, élément peu mobile.

Il en résulte que la relation générale pourcentage en élément-croissance est complexe. La relation générale pourcentage entre élément et rendement schématisée dans la figure 2 l'est aussi.

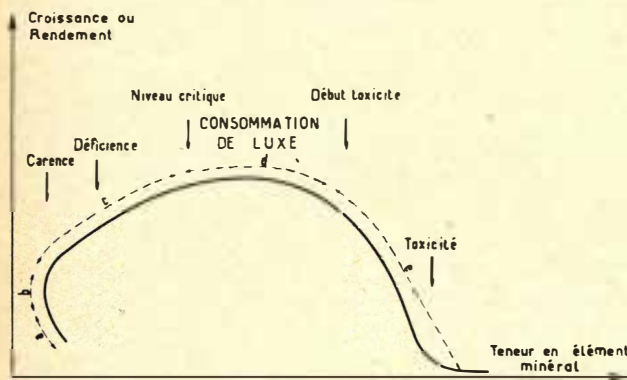


Fig. 2.

Dans la partie « a » de la courbe, la déficience est accentuée et l'augmentation de croissance ou de rendement provoquée par l'adjonction de l'élément

déficient est tellement importante que les pourcentages dans la feuille sont diminués ou n'évoluent pas (partie « b »). Dans la région de Louga (Sénégal), par exemple, on constate souvent une diminution (ou une stabilisation) des teneurs en azote de la feuille d'arachide, parallèlement à une augmentation de rendement, provoquée par l'application de sulfate d'ammoniaque.

Ce sont plutôt les parties « c » et « d » de la courbe que l'on rencontre dans les cas de carences phosphorées au Sénégal.

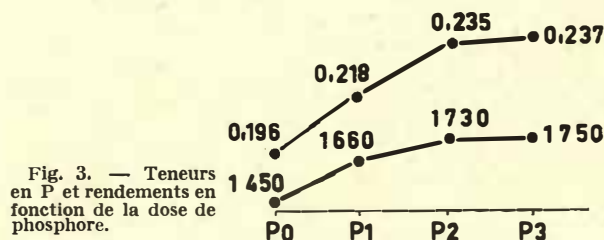


Fig. 3. — Teneurs en P et rendements en fonction de la dose de phosphore.

Les cas de toxicité manganique mis en évidence dans la vallée du Niari (Moyen-Congo) se situent dans la partie « e » de la courbe (OLLAGNIER et PREVOT 1955 [9]).

Il n'y a donc pas toujours parallèlement évolution des pourcentages en éléments minéraux et des rendements. Les données fournies par le diagnostic foliaire doivent être interprétées sur des bases physiologiques et, à ce point de vue, les recherches sur l'absorption et la translocation, les interactions et le rôle des éléments minéraux sont de première importance.

### III. MISE AU POINT DE LA TECHNIQUE DU DIAGNOSTIC FOLIAIRE

La mise au point pratique de la technique du diagnostic foliaire nécessite au départ des études pour déterminer l'organe à prélever et à quelle époque ce prélèvement doit avoir lieu. L'un de nous a, en 1948 (PREVOT 1949 [10]) étudié la croissance, les phases de développement et la nutrition minérale de l'arachide. On prélève actuellement au Sénégal la 4<sup>e</sup> ou 5<sup>e</sup> feuille de la tige principale, 40 jours après le semis, c'est-à-dire à l'époque de la pleine floraison.

CHAPMAN et GRAY (1949 [4]) ont étudié les gradients en éléments minéraux du palmier à huile selon le rang de la feuille et le rang des folioles, selon l'axe longitudinal et transversal des folioles elles-mêmes.

(SCHEIDECKER et PREVOT 1954 [14]) ont suivi l'évolution des teneurs suivant l'âge du palmier et l'époque de l'année.

Il est probable que selon l'élément minéral étudié (par exemple N, P, K, Ca ou Mg), il pourrait être souhaitable de réaliser les prélèvements sur des organes différents. En pratique, la chose est souvent irréalisable et l'on doit choisir un organe qui répond de manière raisonnable pour les différents éléments que l'on étudie.



## IV. RÉSULTATS PRATIQUES

Jusqu'en ces dernières années, de nombreux agronomes pensaient que sur des cultures relativement pauvres, l'application de fumures minérales ne serait pas rentable en Afrique. Un exemple particulièrement frappant de la rentabilité des fumures minérales est fourni par la plantation de Dabou.

## Carence potassique à Dabou.

La plantation de l'I.R.H.O. à Dabou (Côte d'Ivoire) couvre 2.000 ha. Une expérimentation agronomique de fumure minérale fut mise en place en 1946 et les résultats en furent suivis par diagnostic foliaire à partir de 1951.

L'application d'une fumure potassique à dose très faible (1,5 kg de KCl par arbre et par an, soit environ 200 kg à l'ha) a suffi à corriger la forte carence potassique et à multiplier les rendements par sept : 100 kg de régimes par arbre contre 13 kg sans potasses.

L'effet résiduel de l'application de chlorure de potasse a été suivi dans d'autres expériences. Il est curieux de constater que sur des sols dont le pouvoir de sorption est relativement faible, puisque les teneurs en argile sont peu élevées et que cette argile est constituée de kaolinite, l'action résiduelle de la potasse persiste sur les productions 4 ans après son application. Cependant, le diagnostic foliaire indique que cette action est arrivée à son terme, les teneurs

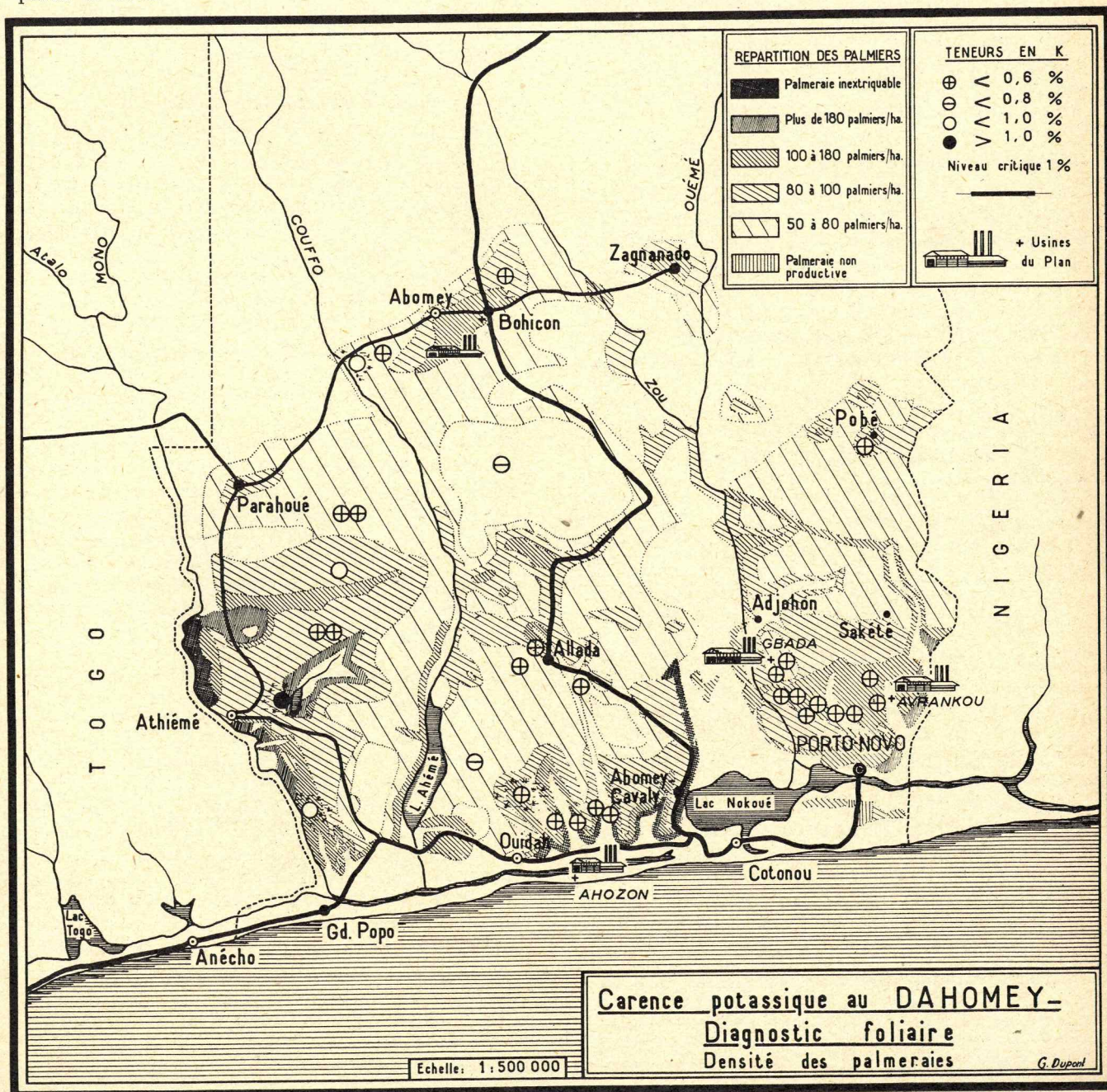


Fig. 4.



en potasse des parcelles fumées au départ sont tombées au niveau des parcelles non fumées. Dans une autre expérience, il a été montré que l'application d'une forte dose de potasse non répétée a une action beaucoup plus rapide que l'application de faibles doses annuelles. Ainsi le diagnostic foliaire a précisé rapidement les doses et les modes d'application les plus économiques de la fumure potassique.

La fumure uniquement potassique appliquée depuis 1946, c'est-à-dire pendant 10 ans, n'a provoqué jusqu'à présent aucun déséquilibre dans la composition minérale des feuilles.

Les fumures azotées, phosphorées, calciques, magnésiennes et divers oligoéléments étudiés dans d'autres expériences sont restées jusqu'ici sans effet. Les derniers résultats de 1955 montrent une diminution des teneurs en azote. De toute manière, le diagnostic foliaire permettra de connaître suffisamment tôt les correctifs à apporter à la fumure minérale potassique utilisée depuis plusieurs années.

#### Fumure minérale au Dahomey.

Le palmier à huile constitue la seule ressource économique pour les Africains du Sud Dahomey. La palmeraie dahoméenne, sub-spontanée, pose des problèmes différents de ceux que l'on rencontre dans une plantation. Diverses expériences de fumure minérale ont été montées à la station de l'I.R.H.O. de Pobé. Une expérience contrôlée par le diagnostic foliaire a mis en évidence un effet extrêmement rentable de l'appli-

cation d'une fumure potassique (PREVOT 1954 [11] et Tableau I).

A la suite de ce résultat, une prospection de la palmeraie du Dahomey a été réalisée conjointement par un physiologiste et un pédologue, en liaison avec les Services de l'Agriculture du Dahomey. Il a été montré en quelques mois que la carence potassique découverte à Pobé est retrouvée dans la plupart des zones de la palmeraie dahoméenne (voir Fig. 4).

Une application de 5 kg de potasse réalisée à Avrankou a montré que cette fumure corrigeait la carence potassique en 5 mois : les teneurs en potasse se sont élevées de 0,463 à 0,699 %. Il est donc possible de passer maintenant à l'application pratique des résultats obtenus en station. Cette vulgarisation commencera à partir des centres qui constituent les huileries construites par l'I.R.H.O.

#### Carence magnésienne à Etoumbi.

A Etoumbi, au Moyen Congo, les palmiers souffraient d'une trachéomycose menaçant sérieusement de faire disparaître la culture du palmier de cette région. Une expérience de fumure minérale a été montée en 1948 étudiant, outre l'application des éléments classiques N, P, K, l'action du magnésium ou de divers oligoéléments (voir FERRAND, BACHY et OLLAGNIER 1951 [6]). La fumure N, P, K n'a donné aucun effet, tandis que les divers oligoéléments et le magnésium amélioraient l'état sanitaire des arbres, tout en augmentant les rendements de 50 %.

Le diagnostic foliaire a révélé immédiatement que l'on se trouvait en présence d'un cas typique de carence magnésienne. C'est ainsi que les teneurs en magnésium ont été élevées de 0,082 % à 0,122 % parallèlement à cette augmentation de rendement.

Une nouvelle expérience a étudié sur de plus grandes surfaces l'application de sulfate de magnésium et à l'heure actuelle une personne non informée peut reconnaître à l'aspect des arbres ceux dont la carence magnésienne a été corrigée (disparition de la couleur orange des frondes).

#### Résultats sur le cocotier.

En 1952 une expérience de fumure minérale a été montée chez un planteur africain, M. GONZAGUE. Le diagnostic foliaire avait montré au préalable l'existence probable, là aussi, d'une carence potassique. L'expérience étudiait donc principalement l'importance de cette carence. En 1955, l'application de 1,5 kg de chlorure de potasse par arbre et par an a permis d'élever la production à l'ha en poids de coprah sec de 1.500 à 2.500 kg (voir Fig. 5) et a fait passer les teneurs en K de 0,165 % à 0,492 %.

M. GONZAGUE a aussitôt appliqué de la potasse sur l'ensemble de sa plantation. En liaison avec l'I.R.H.O., les services de l'Agriculture de la Basse Côte d'Ivoire réalisent maintenant de multiples essais de démonstration de l'action de la fumure potassique sur la cocoteraie littorale.

TABLEAU I  
Action de la potasse à Dabou et Pobé  
Rentabilité, campagne 1953-1954

	Kg régimes Ha	Gain Kg régimes		Equivalent huile totale par Ha (3)	Bénéfice (4) correspondant au prod. brut	
		Ha	par Kg d'engrais		par Ha	par Kg d'engrais
sans K ...	1.816			317	12.680	
DABOU (1)						
avec K ...	10.410	8.594	60,1	1.820	72.800	
					60.120	
					4.290	
					55.830	260 f CFA
sans K ...	7.490			1.123	44.920	
POBÉ (2)						
avec K ...	11.023	3.533	29,2	1.653	66.120	
					21.200	
					2.420	
					18.780	160 f CFA

(1) 143 arbres ha — 1,5 kg K Cl par arbre.

(2) 121 arbres ha — 1 kg K Cl par arbre.

(3) Calculé en tenant compte des taux d'extraction sur la base :  
huile totale = huile de palme +  $\frac{\text{palmiste}}{2}$

(4) Compte tenu du prix de l'engrais (20 f C.F.A. au Kg), de la quantité d'engrais apportée par ha et du prix de l'huile évalué à 40 f C.F.A. le kg.

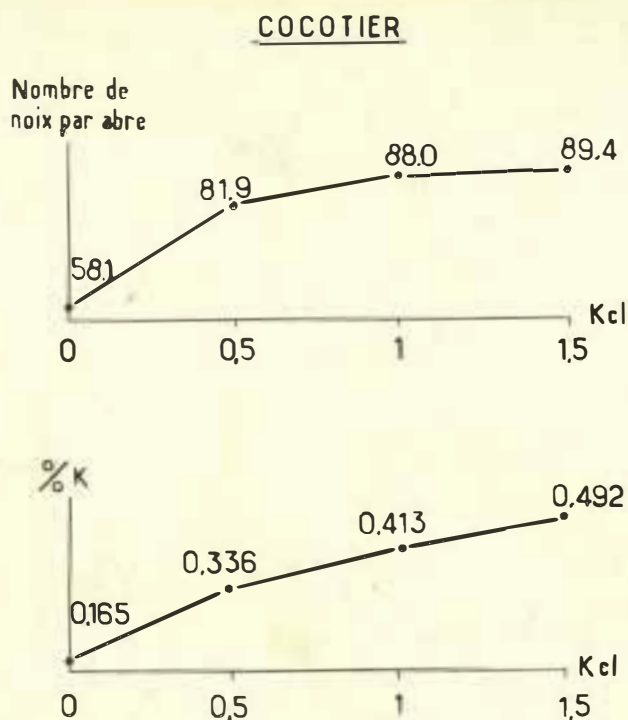


Fig. 5. — Liaison entre rendement et nutrition potassique du cocotier en Côte d'Ivoire.

#### Fumure minérale de l'arachide au Sénégal.

Il pouvait sembler à première vue inutile d'étudier la rentabilité des fumures minérales de l'arachide au Sénégal, en raison de la faiblesse des rendements (700 kg à l'ha).

L'expérimentation agronomique interprétée par le diagnostic foliaire a rapidement montré que cette conception était erronée et que l'application de fumure minérale pouvait être très rentable sur l'arachide au Sénégal.

Depuis 1951, 194 expériences de fumure minérale ont été réalisées au Sénégal. D'une manière générale, l'application de faibles doses de fumure minérale allant de 100 à 120 kg à l'ha procure un important bénéfice au cultivateur africain. L'étude de la nutrition minérale par le diagnostic foliaire et de son influence sur les rendements a permis de tracer après 4 ans de recherches une carte générale des fumures minérales pour la majeure partie du Sénégal.

A la suite de ces recherches, on a pu formuler des propositions de fumures différenciées suivant les principales régions (voir Fig. 8).

#### V. METHODOLOGIE DES RECHERCHES

Dans l'étude du problème des fumures minérales, on se contente encore souvent de comparer plus ou moins empiriquement l'action de diverses formules d'engrais. Nous estimons que ceci est insuffisant.

Nous dirons, schématiquement, que le problème de la fumure minérale doit résoudre les contradictions qui existent entre la plante et son milieu. Dans le cas d'une déficience, la plante a besoin d'un certain

élément que le milieu ne peut pas lui fournir et le rôle de l'homme est de résoudre cette contradiction en apportant l'élément approprié. Nous pensons donc qu'au point de vue méthodologique, il est essentiel de saisir d'abord l'aspect principal de la contradiction entre la plante et son milieu (\*).

Cet aspect principal de la contradiction peut être étudié d'une manière particulièrement efficace par l'utilisation d'expériences de type factoriel.

Pour l'arachide par exemple, les effets principaux et les interactions de premier ordre des éléments sont étudiés simultanément sur divers facteurs (rendement en gousses, en fourrage, au décorticage, teneurs en éléments minéraux).

Le travail des chercheurs consiste alors à faire une synthèse de ces résultats. C'est ce point que nous allons exposer.

#### VI. SYNTHÈSE DES RÉSULTATS DU DIAGNOSTIC FOLIAIRE POUR L'ÉTUDE DES FUMURES MINÉRALES

Nous insistons sur le fait que :

1° le rendement dépend de toute une série d'autres facteurs que la nutrition minérale ;

2° si les pourcentages d'éléments dans la feuille sont importants, le rapport de ces éléments entre eux revêt une importance aussi considérable.

Ces considérations sont justifiées si l'on pense aux relations complexes qui réunissent le rendement aux teneurs en éléments minéraux dans la feuille, comme nous l'avons exposé dans la première partie de cette note.

Un premier élément d'appréciation est basé sur ce que nous appelons les « *niveaux critiques* ». Nous les définissons arbitrairement ainsi : c'est le pourcentage d'un élément sur poids sec d'une feuille convenablement choisie, pourcentage au-dessus duquel il est vraisemblable que l'on n'observera pas de réponse à cet élément dans une fumure minérale. Cette définition est anthropomorphique, puisque les rendements maxima ne concordent pas nécessairement avec l'état physiologique optimum de la culture envisagée.

Pour la détermination de ces niveaux critiques, il convient de disposer d'un nombre considérable d'expériences de fumure minérale où l'on peut suivre simultanément la réponse à l'engrais sur les rendements et sur les teneurs en éléments minéraux. C'est ainsi que sur le cocotier, la comparaison de diverses expériences de fumure minérale et de l'action de la potasse sur les teneurs et sur les rendements (voir Fig. 6) permet de fixer provisoirement ce niveau critique à 0,45 %. Les mêmes comparaisons ont été réalisées pour d'autres éléments sur le cocotier et sur le palmier à huile et, à l'heure actuelle, on peut proposer en première approximation les niveaux critiques suivants (tableau II).

\* \* \*

(\*) Nous nous limitons dans ce cas au problème des fumures minérales. Il est bien évident que la contradiction principale entre la plante et son milieu peut être d'une autre nature que sa nutrition minérale, par exemple : son régime hydrique, l'ensoleillement.



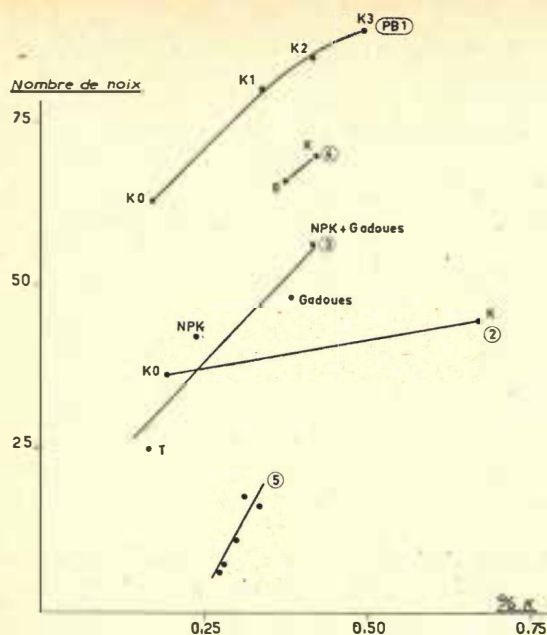


Fig. 6. — Comparaison de diverses expériences pour la détermination du niveau critique de la potasse sur cocotier.

TABLEAU II

Niveaux critiques pour le palmier à huile et le cocotier

	PALMIER	COCOTIER
Nc.....	2,50 %	1,70 %
Pc.....	0,15 %	0,10 %
Kc.....	1,0 %	0,45 %
Cac.....	0,60 %	0,50 %
Mgc.....	0,24 %	0,35 %

Valeurs pour un prélèvement réalisé en fin de saison sèche et pour la première feuille complètement développée et montrant une inflorescence à peine visible.

teneur en phosphore de 0,2 % pourra être excédentaire si la teneur en azote est de 2,60 %, suffisante si la teneur en azote est de 2,90 % ; au contraire, déficitaire si la teneur en azote est supérieure à 2,90 %. Ceci s'explique très bien par le fait qu'azote et phosphore sont intimement liés dans la physiologie de la plante, puisqu'ils forment les constituants principaux du protoplasme.

Chez le palmier à huile, nous avons montré dans cette revue comment il avait été possible de déterminer les niveaux critiques en K, Ca, Mg.

Mais il arrive fréquemment que la relation teneurs en éléments minéraux — rendements ne soit pas de nature simple. Par exemple, sur l'arachide de nombreuses expériences réalisées en 1953, 1954, 1955 montrent qu'il existe une relation importante entre les teneurs en azote et les teneurs en phosphore. On arrive ainsi à la conception que les teneurs en phosphore optima sont différentes selon les diverses teneurs en azote et c'est ce qui a permis de tracer une courbe des teneurs en phosphore optima en fonction des teneurs en azote. Cette courbe a été retrouvée dans les expériences de 1953, 1954 et 1955 (voir Fig. 7). Cette figure montre qu'une

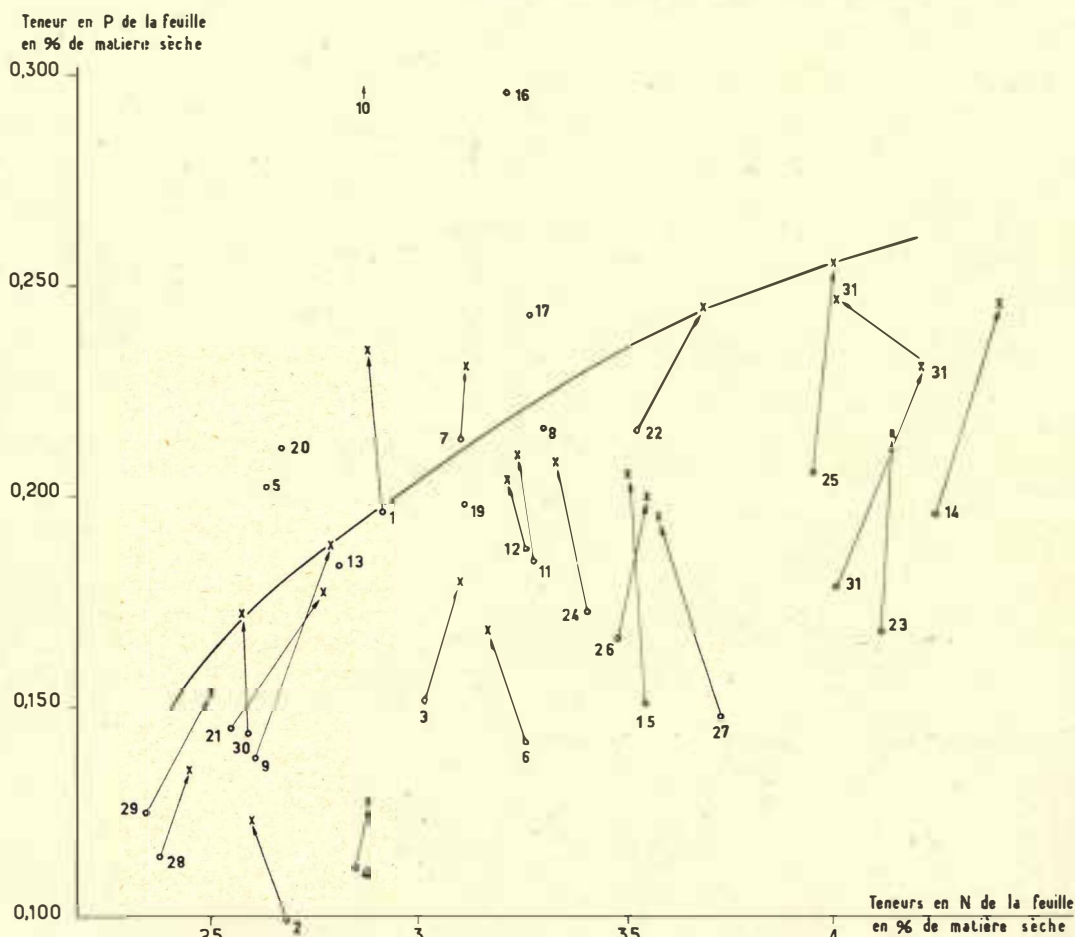
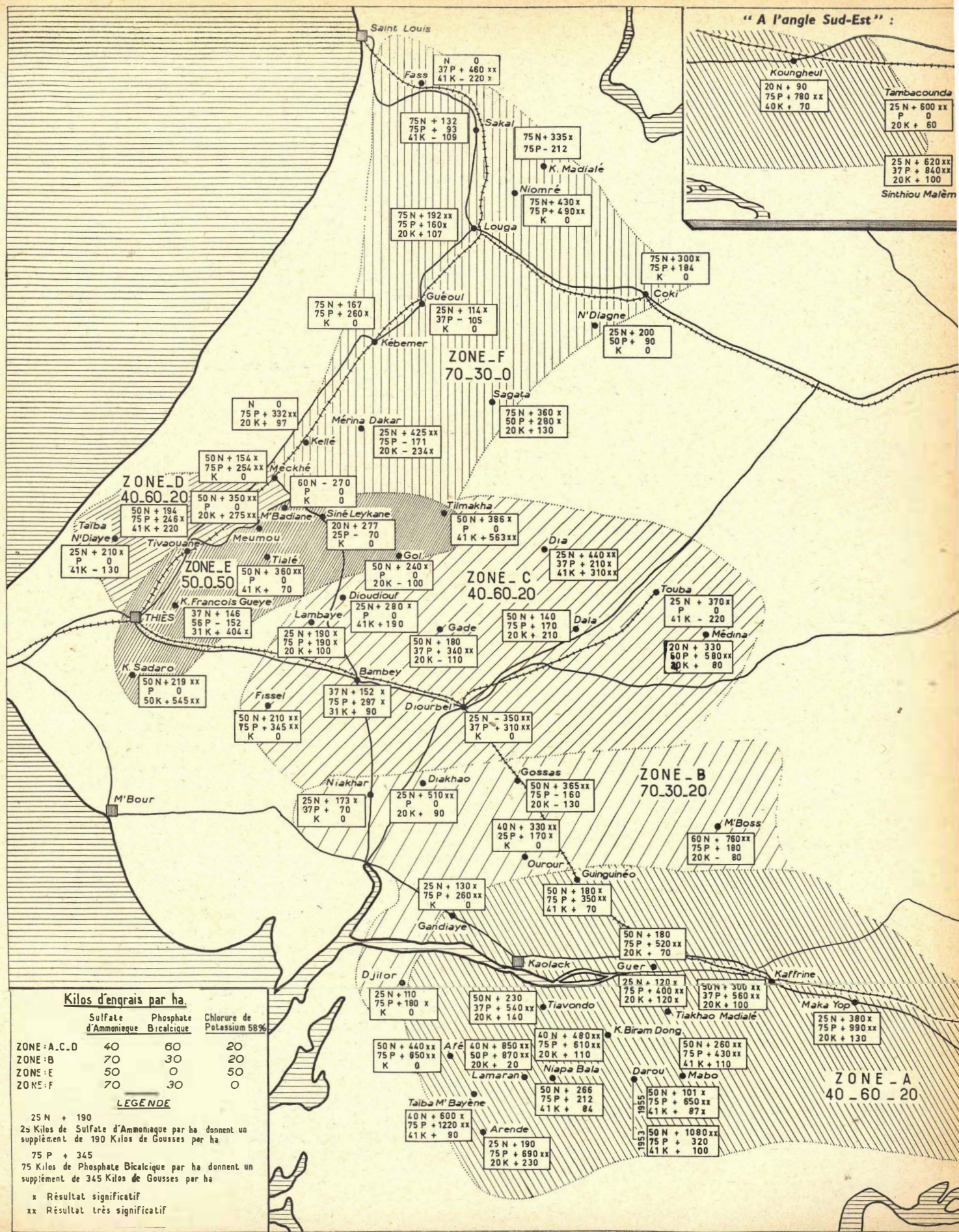


Fig. 7. — Courbe de la nutrition phosphorée optimale en fonction des teneurs en N (arachide). Résultats obtenus sur 31 essais réalisés au Sénégal en 1955.







La valeur du niveau critique pour Mg 0,24 % a été confirmée dans une expérience où la carence magnésienne est particulièrement nette, celle d'Etoumbi.

Pour le cocotier, les relations entre K, Ca, Mg et Na sont aussi de nature complexe. Des exemples en sont donnés dans les figures 9-10-11. L'étude de ces relations

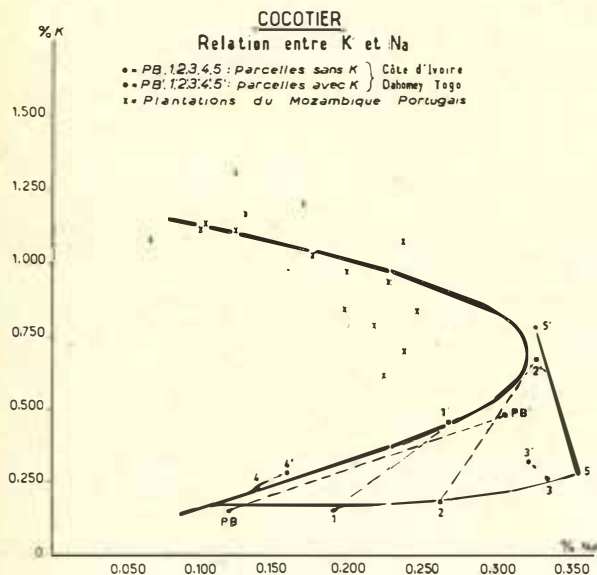
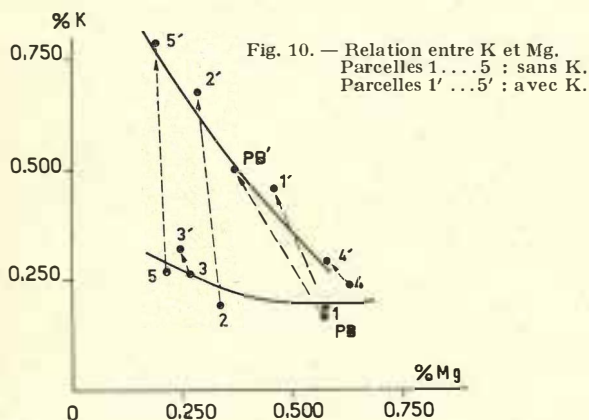
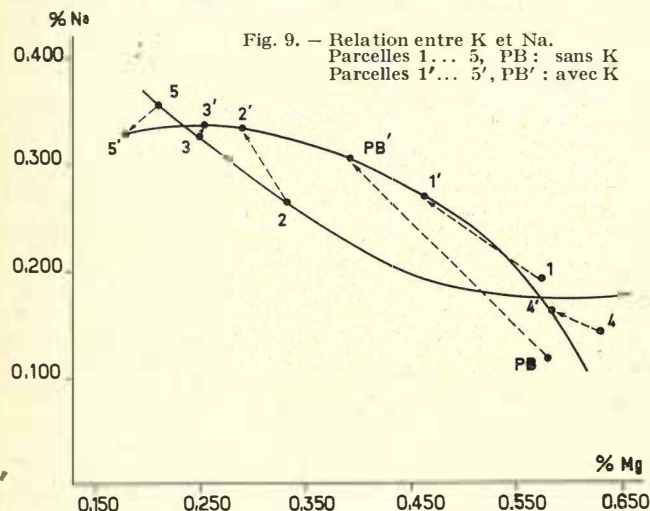


Fig. 11.

complexes entre les alcalins et les alcalino-terreux permet de fixer à titre provisoire les niveaux critiques du cocotier (voir tableau II).

Dans le cas du sodium, la valeur 0,40 n'est pas un niveau critique, mais une teneur en sodium qui ne devrait pas être dépassée, c'est-à-dire un excès à éviter.

Les relations entre sodium et potassium, comme le montre la littérature, sont complexes et nos résultats permettent d'en tenter une généralisation. Les teneurs en potassium et sodium augmentent simultanément jusqu'à une teneur de 0,5 % pour le potassium et de 0,3 % pour le sodium. Au-delà de ces valeurs, la corrélation entre sodium et potassium devient négative (voir Fig. 11).

\*\*\*

## VII. — CONCLUSION

Les résultats pratiques exposés montrent que le diagnostic foliaire est une méthode efficace et rapide pour l'étude des fumures minérales lorsqu'on connaît bien la physiologie de la plante et les interactions multiples et variables des éléments entre eux.

La mise au point du diagnostic foliaire doit être adaptée à chaque type de culture et aux problèmes à étudier. Ce serait une profonde erreur de croire qu'il suffit de prélever des feuilles pour que la plante apporte une réponse.

Les carences extrêmement accentuées ou les toxicités se traduisent presque toujours par des symptômes visuels ; dans ce cas le diagnostic est relativement simple. Dans la vallée du Niari, sur l'arachide, le prélèvement des feuilles sur les plantes malades a montré que l'on se trouvait en présence d'une toxicité manganique. Les teneurs en manganèse des feuilles de plantes malades atteignaient ou dépassaient parfois le niveau de certains éléments majeurs. Mais il est plus délicat d'utiliser le diagnostic foliaire pour la recherche des fumures minérales appropriées à une région donnée. Nous estimons que cette recherche doit être essentiellement basée sur l'analyse des déficiences principales et la détermination des niveaux critiques.

Ces considérations permettent déjà dans la plupart des cas de préconiser les types de fumure minérale ou les dominances. Mais l'analyse des carences principales est insuffisante. Il faut aussi tenir compte des interactions des éléments entre eux et ces interactions sont parfois de nature complexe.

D'une manière tout à fait générale, on peut tenter de classer les éléments que nous avons étudiés (N, P, K, Ca, Mg) en deux grandes catégories :

— les uns, azote et phosphore, que l'on pourrait appeler *éléments protoplasmiques* et dont le rapport est d'une constance remarquable pour les cultures que nous avons étudiées ;

— les autres éléments K, Ca, Mg et accessoirement Na, que l'on pourrait appeler *éléments basiques* et qui sont reliés entre eux par des antagonismes et synergismes que nous avons exposés.



**En résumé,** le diagnostic foliaire présente les avantages suivants :

1° Il permet d'interpréter les résultats des expériences agronomiques de fumure minérale. Cette interprétation est, à notre avis, primordiale : elle élève l'expérimentation empirique au stade de l'expérimentation scientifique ; il est au moins aussi important de comprendre comment un résultat a été obtenu que d'observer tout simplement ce résultat.

2° Ces recherches rendent possibles des généralisations sur la physiologie de la nutrition minérale.

3° Les résultats d'expériences agronomiques réalisées en stations expérimentales peuvent être assez rapidement généralisés sur l'ensemble d'un territoire. Un exemple en a été fourni par la carte des carences potassiques du Dahomey (Fig. 4).

Nous ne prétendons évidemment pas que le diagnostic foliaire constitue la seule technique pour l'étude des fumures minérales. L'examen visuel des symptômes de carence et de toxicité, l'expérimentation en pots, la méthode de NEUBAUER, l'analyse chimique du sol, les méthodes d'injection de ROACH, etc... sont autant de techniques qu'il peut être souhaitable d'utiliser conjointement avec l'analyse foliaire.

Ces techniques peuvent apporter des compléments d'information que le diagnostic foliaire est incapable de donner. Mais nos recherches nous ont montré que le diagnostic foliaire, qui fait la synthèse entre la plante et son milieu, constitue la technique dont l'application est la plus générale. Les résultats pratiques exposés dans cette note démontrent son efficacité.

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] BOUILLENNE, R., KRONACHER, P. et de ROUBAIX, J. — 1940. Note préliminaire sur les étapes du cycle végétatif de la betterave sucrière (Bull. Cl. Sc. Acad. Roy. Belg. **26**, 240-261).
- [2] BROESHART, H. — 1955. The application of Foliar Analysis in Oil Palm cultivation (Thèse Univ. Wageningen 114 pp.).
- [3] BULL, R.A. — 1954. Studies on the Deficiency Diseases of The Oil Palm. 1 Orange Frond Disease Caused by Magnesium Deficiency (J. West African Inst. for Oil Palm. Res. **2**, 94-129).
- [4] CHAPMAN, G.W. et GRAY, H.M. — 1949. Leaf analysis and the Nutrition of the Oil Palm (Ann. of Bot. **XIII**, 415-433).
- [5] CLEMENTS, H.F., SHIGURA, G. et AKAMINE, E.K. — 1952. Factors affecting the growth of the Sugar cane (Univ. Hawai Ag. Expt. Stat., Technical Bull. n° 18, 1-90).
- [6] FERRAND, M., BACHY, A. et OLLAGNIER, M. — 1951. Les oligoéléments dans la fumure du palmier à huile au Moyen-Congo (Oléagineux **6**, 629-636).
- [7] HELLER, R. — 1953. Recherches sur la nutrition minérale des tissus végétaux cultivés in vitro (Thèse Fac. Sc. Univ. Paris - 223 p.).
- [8] LAGATU, H. et MAUME, L. — 1926. Diagnostic de l'alimentation d'un végétal par l'évolution chimique d'une feuille convenablement choisie (C.R. Acad. Sci., Paris, **182**, 653-655).
- [9] OLLAGNIER, M. et PREVOT, P. — 1955. Liaison entre dégradation du sol et toxicité manganique (Oléagineux, **10**, 663-666).
- [10] PREVOT, P. — 1949. Croissance, développement et nutrition minérale de l'arachide (Oléagineux Coloniaux. Institut de Recherches pour les Huiles et Oléagineux, Paris, 1-108).
- [11] PREVOT, P. — 1954. Fumure potassique au Dahomey (Oléagineux, **8/9**, 593-597).
- [12] PREVOT, P. et OLLAGNIER, M. — 1954. Peanut and oil palm foliar diagnosis. Interrelations of N, P, K, Ca, Mg (Plant Physiology, **29**, 26-34).
- [13] PREVOT, P. et OLLAGNIER, M. — Diverses publications dans la revue Oléagineux 1950 (557-562), 1951 (185-194), 1951 (329-337), 1953 (67-71), 1953 (843-851).
- [14] SCHEIDECKER, D. et PREVOT, P. — 1954. Nutrition minérale du palmier à huile à Pobé (Dahomey) (Oléagineux, **9**, 13-19).
- [15] SCHWARTZ, D. et CUZIN, J. — 1949. Croissance comparée de deux parcelles en culture : application à l'étude des engrais (C.R. Acad. Sc. Paris, **228** (23), 1820-1822).
- [16] STEENBERG, F. — 1954. Manuring and Plant Production (Anal. Plantes et Prob. Eng. Min. I.R.H.O., Paris, 31-34).
- [17] WATSON, D.J. — 1952. The physiological basis of variation yield (Advances in Agronomy, vol. **IV**, 101-145).

## Nouvelles agronomiques

### Science du sol.

Au cours du 43<sup>e</sup> Congrès Scientifique indien, le Dr S.P. RAY-CHAUDHURI a fait le point de la science du sol dans l'Inde. On porte un intérêt particulier aux aspects chimiques de la fertilité du sol. La plupart des sols de la péninsule manquent d'azote, aussi la production, comme la consommation, de sulfate d'ammoniaque augmente vigoureusement. Les phosphates sont moins désirables mais leur présence favorise la réponse à l'azote. La potasse est généralement indiquée. Les carences en oligo-éléments sont encore peu connues. La salinité et l'alcalinité des sols irrigués retiennent souvent l'attention. Le champ à défricher est immense. La classification elle-même des sols indiens reste à dresser : quatre centres régionaux doivent être créés, qui étudieront respectivement l'un les sols alluviaux, le second les sols noirs, le troisième les sols rouges et le quatrième les sols latérisés. On dressera ensuite une carte d'ensemble.

### Oligo-éléments.

Dans la revue *Fruits*, M. J. LAVOLLAY, Professeur au Conservatoire des Arts et Métiers, vient de publier sur les principes et conditions d'emploi des oligo-éléments essentiels en agriculture, un excellent article qui fait l'historique de la découverte des carences minérales — la carence en fer fut la première décrite — et qui illustre par de bons exemples le rôle de l'assimilabilité et de l'absorption. On peut recommander la lecture de ces dix pages à ceux qui veulent acquérir rapidement une vue d'ensemble de la question.

### Pluies provoquées.

Il a été officiellement fait état à la Chambre des Communes, par le Secrétaire d'État aux Colonies, d'expériences de pluies provoquées qui ont eu lieu au printemps dans l'Ouest du Tanganyika où le barrage qui permet d'approvisionner le gros